
**POPULASI BAKTERI DAN JAMUR PADA RIZOSFER CAISIM (*Brassica juncea* L.)
YANG DITANAM DI TANAH DIKONTAMINASI INSEKTISIDA ORGANOKLORIN
SETELAH APLIKASI KONSORSIA MIKROBA DAN KOMPOS**

R. Hindersah^{1*}, W. Rachman², B.N. Fitriatin¹ dan D. Nursyamsi³

¹Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor 45363

²Alumni Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

³Balai Penelitian Lingkungan Pertanian; Jalan Raya Jakenan-Jaken Km 5, Jakenan Pati

*Koresponden: reginawanti@unpad.ac.id

ABSTRAK

Insektisida organoklorin sudah dilarang digunakan di lingkungan pertanian tetapi residunya masih ditemukan di beberapa lahan pertanian. Salah satu upaya untuk menurunkan konsentrasi insektisida organoklorin adalah melalui aplikasi konsorsia mikroba pendegradasi insektisida organoklorin disertai pemberian kompos. Namun aplikasi mikroba eksogenus ini mungkin berpengaruh terhadap populasi bakteri dan jamur total tanah. Percobaan pot ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Pseudomonas mallei* dan *Trichoderma* sp. serta kompos terhadap populasi bakteri dan jamur total di rizosfer caisim (*Brassica juncea* L.) pada Andisols yang dikontaminasi insektisida organoklorin heptaklor, endosulfan, dieldrin dan DDT. Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan dua perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsorsia mikroba *Pseudomonas mallei* dan *Trichoderma* sp. sedangkan faktor kedua adalah jenis kompos. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa pengaruh konsorsia mikroba terhadap populasi bakteri total tanah ditentukan oleh jenis kompos. Aplikasi kompos kotoran sapi disertai mikroba konsorsia lebih meningkatkan populasi bakteri total tanah di rizosfer caisim. Baik aplikasi mikroba konsorsia maupun kompos tidak mempengaruhi populasi jamur total di rizosfer caisim. Pada percobaan ini populasi bakteri total di rizosfer mencapai 10^9 cfu g⁻¹ dan populasi jamur mencapai 10^4 cfu g⁻¹ yang menunjukkan bahwa populasi kedua mikroba utama tanah masih berada dalam kisaran normal.

Kata Kunci: Pestisida organoklorin, Konsorsia mikroba, Kompos, Caisim

**BACTERIAL AND FUNGAL POPULATION OF CAI SIM
(*Brassica juncea* L.) RHIZOSPHERE GROWN IN ORGANOCHLORINE
INSECTICIDE-CONTAMINATED SOIL FOLLOWING MICROBIAL
CONSORTIA AND COMPOST APPLICATION**

ABSTRACT

Organochlorine insecticide was banned for agriculture but nowadays its residue was still found in some agricultural soil. One of ways to lowering organochlorine residue in soil is by used of degrading-organochlorine microbial consortia accompanied with compost application. However, application of exogenous microbes might affect bacterial and fungal population in soil. The pot experiment has been set up to verify the influence of *Pseudomonas mallei* and *Trichoderma* sp. and compost on total bacteria and fungi on rhizosphere of Cai Sim (*Brassica juncea* L.) grown on Andisols which were contaminated with organochlorine insecticide of heptachlor, endosulfan, dieldrin and DDT. Experimental design was Factorial Randomized Block Design with three replicates. The first factor was microbial consortia of *P.mallei* and *Trichoderma* sp., and the second one was kind of compost. The result showed that effect of microbial consortia on total bacteria population was determined by kind of compost. Total bacterial population in rhizosphere of Cai Sim grown with cow manure compost and microbial consortia was more increased. However, microbial consortia as well as any kind of compost did not influence total fungal population in Cai Sim rhizosphere. In this experiment, total bacterial and fungal population in rhizosphere reached 10^9 cfu g⁻¹ and 10^4 cfu g⁻¹ respectively, indicating that major microbial population in rhizosphere was in the normal range.

Key words: Organochlorine insecticide, microbial consortia, compost, Cai Sim

PENDAHULUAN

Keberadaan residu insektisida organoklorin yang tergolong *Persistent Organic Pollutant* (POP) masih teridentifikasi meskipun penggunaannya di Indonesia telah dilarang. Senyawa ini sedang dipermasalahkan di dunia akibat sifatnya yang toksik kronis, persisten dan bioakumulatif (Zhou *et al.*, 2006).

Insektisida organoklorin DDT, aldrin, dieldrin, heptaklor dan endosulfan di Jawa masih ditemukan di lahan-lahan pertanian dengan konsentrasi melebihi ambang batas. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (2007) menemukan residu organoklorin pada tanah dan air di beberapa lahan pertanian kabupaten di Jawa Tengah. Di Kabupaten Demak ditemukan aldrin sebanyak $0,0063 \text{ mg kg}^{-1}$ dan $0,0010 \text{ mg kg}^{-1}$, dieldrin sebanyak $0,004 \text{ mg kg}^{-1}$ dan $0,002 \text{ mg kg}^{-1}$, dan endosulfan sebanyak $0,0011 \text{ mg kg}^{-1}$ dan $0,0001 \text{ mg kg}^{-1}$. Residu insektisida organoklorin di lahan pertanaman sayuran juga perlu dicermati mengingat aplikasi intensif umum dilakukan. Telah dilaporkan keberadaan DDT dalam di lahan sayuran di Provinsi Songkhla Thailand yang terpapar DDT akibat aplikasinya selama 30 tahun, dengan kecenderungan penurunan populasi bakteri di tanah tercemar DDT (Sonkong *et al.*, 2008). Sutrisno *et al.* (2009) melaporkan bahwa terdapat residu pestisida DDT pada caisim dari Tanah Karo sebanyak $0,006 \text{ mg kg}^{-1}$, dan dari Dairi sebanyak $0,005 \text{ mg kg}^{-1}$. Contoh wortel yang dianalisis menunjukkan bahwa bahan aktif endosulfan juga dominan pada contoh wortel baik yang diambil dari Malang maupun Cianjur dengan kadar tertinggi $10,6 \text{ ppb}$ (Munarso *et al.*, 2006).

Selain dapat menyebabkan penyakit akut dan kronis pada manusia, pestisida golongan POP juga diketahui dapat menurunkan populasi predator dan menurunkan populasi organisme yang berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah. Pestisida di dalam tanah berefek langsung terhadap sejumlah aspek mikrobiologis yang selanjutnya akan mempengaruhi pertumbuhan

tanaman. Beberapa efek penting yang disebabkan pestisida adalah antara lain perubahan keseimbangan ekologi mikroflora tanah dan perubahan mikroflora tanah. Metil paration dan DDT mereduksi jumlah nodula alfalfa dan hasil tanaman sampai setengahnya (Potera, 2007).

Degradasi enzimatik dengan pemanfaatan mikroba sering dianjurkan untuk bioremediasi residu POP. Enam isolat bakteri dapat mendegradasi DDT menjadi 1, 1-dichloro-2, 2-bis (p-chlorophenyl) ethane (DDD) tetapi tidak ada satu isolatpun yang mendegradasi DDT menjadi 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl) ethylene (DDE), dan degradasi oleh kultur campuran keenam isolat lebih tinggi (82.63%) daripada kultur tunggal yaitu antar 28.48 - 58.08% (Mwangi, 2010). Fungi *Trichoderma harzianum*, dapat mendegradasi DDT, dieldrin, endosulfan, pentachloronitrobenzene, dan pentachlorophenol, fungi ini mendegradasi endosulfan pada berbagai kondisi nutrisi sepanjang fase pertumbuhannya dengan endosulfat sulfat dan endosulfan diol sebagai metabolit utama (Katayama and Matsumura, 2009). Suatu spesies *Pseudomonas* dapat mendegradasi 1,1,1-trichloro-2,2-bis (4-chlorophenyl) ethane (DDT) dan membentuk senyawa antara 2,3-dihydroxy-DDT dan setelah penghilangan cincinnya menjadi asam 4-chlorobenzoat yang stabil (Kamanavalli dan Ninnekar, 2005). Pada penelitian sebelumnya, pengujian bakteri *Pseudomonas mallei* dan jamur *Trichoderma* sp. koleksi Fakultas Pertanian Unpad menunjukkan bahwa keduanya dapat mendegradasi heptaklor, endosulfan, dieldrin dan DDT.

Kapasitas degradasi mikroba heterotrof dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik yang berperan sebagai sumber karbon dan energi mikroba heterotrof. Di lain pihak penambahan bahan organik akan menguntungkan pertumbuhan tanaman sayuran. Mengingat pentingnya keberadaan mikroba di rizosfer tanaman, efek bioremediasi dengan mikroorganisme dan bahan organik terhadap populasi mikroba di rizosfer perlu diteliti sebagai upaya untuk menurun-

kan konsentrasi POP dan menjaga produksi dan kualitas tanaman sayuran yang banyak dikonsumsi seperti caisim (*Brassica juncea* L.). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Pseudomonas mallei* dan *Trichoderma* sp serta kompos terhadap populasi bakteri dan jamur total di rizosfer caisim pada Andisols yang dikontaminasi insektisida organoklorin heptaklor, endosulfan, dieldrin dan DDT.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan (15 m dpl) Jawa Tengah pada September-November 2011. Persiapan dan penentuan populasi mikroba dilakukan di Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian Unpad. Analisis residu pestisida dilakukan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan.

Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah inokulasi mikroba yang terdiri atas dengan dan tanpa mikroba konsorsia (*Pseudomonas mallei* dan *Trichoderma* sp.), faktor kedua adalah jenis kompos yang terdiri atas tanpa kompos, serta dengan kompos kotoran ayam, kotoran sapi, dan petrokanik.

Lapisan olah tanah Andisol asal Pangalengan Kabupaten Bandung (pH 6,4, C-organik 3,1%, N-organik 0,39%, P_2O_5 tersedia 107,9 mg kg^{-1} dan K_2O tersedia 41 mg $100\ g^{-1}$) dikering udarkan, disaring dengan saringan 2 mm, dan dimasukkan sebanyak 3 kg ke dalam setiap polibeg. Tanah kemudian dikontaminasi dengan campuran dieldrin, DDT, Heptaklor dan Endosulfan dengan konsentrasi akhir 5 mg l^{-1} sebanyak 10 ml per polibeg, lalu diinkubasi selama 48 jam. Tanah diaduk rata dengan kompos sebanyak 20 t ha^{-1} (33,3 g per polibeg) untuk kompos kotoran ayam dan kotoran sapi, serta 2 t ha^{-1} (3,33 g per polibeg) untuk kompos petrokanik, kemudian diinkubasi selama 24 jam.

Konsorsia mikroba yang terdiri atas *Pseudomonas mallei* dan *Trichoderma* sp. koleksi Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian Unpad dipersiapkan dalam bentuk kultur cair masing-masing pada media *Nutrient Broth* dan *Potato Dextrose Broth*. Inokulan cair jamur dengan kepadatan 10^5 spora ml^{-1} dan bakteri dengan kepadatan 10^7 cfu ml^{-1} ditambahkan merata ke tanah sebanyak 100 ml sehingga sel yang ditambahkan ke dalam tanah adalah jamur 10^7 per polibeg dan bakteri 10^9 per polibeg.

Bibit Caisim kultivar Toksakan dipindahtanamkan ke tanah di polibeg. Pemupukan N, P, dan K dilakukan sesuai dengan rekomendasi, yaitu urea sebanyak 374 kg ha^{-1} (0,62 g per polibeg), SP-36 sebanyak 311 kg ha^{-1} (0,51 g per polibeg), dan KCl sebanyak 224 kg ha^{-1} (0,37 g per polibeg). pemupukan urea dilakukan 2 kali, masing-masing $\frac{1}{2}$ dosis pada 7 dan 14 hari setelah tanam (HST) dengan cara. Tanaman dipelihara selama 25 hari, dari 7-21 hari setelah tanah, tinggi tanaman dan jumlah daun diukur seminggu sekali. Di akhir penelitian dilakukan pengukuran populasi bakteri dan jamur di rizosfer dengan metode plat pengenceran (Schinner, 1995) serta bobot segar tajuk. Data populasi mikroba dan bobot segar tajuk dianalisis dengan analisis ragam dengan Uji F pada taraf 5% dan Uji Jarak Berganda Dunan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

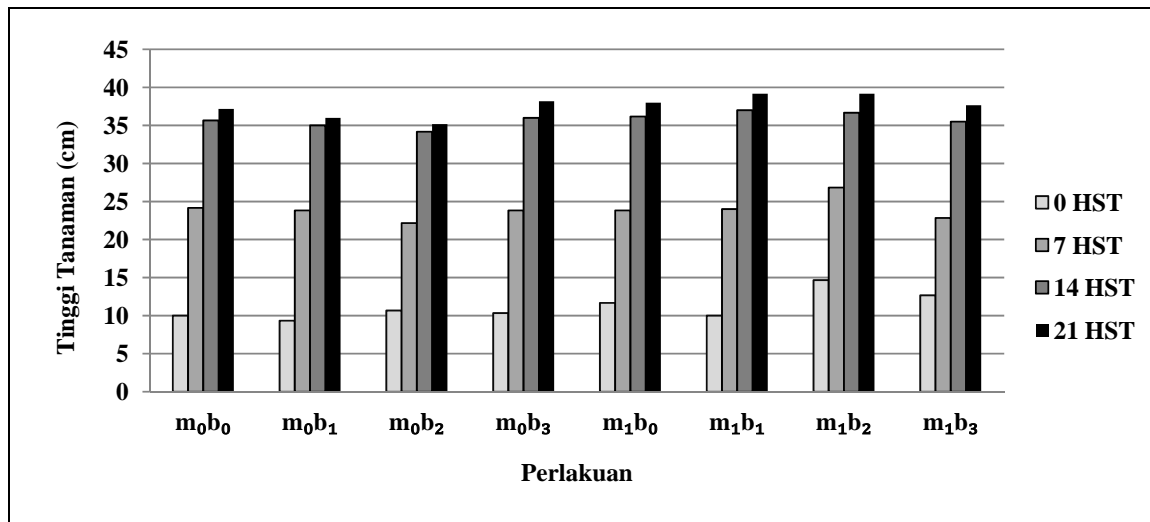
Secara umum tinggi tanaman sampai 21 HST adalah normal (Gambar 1) karena sesuai dengan deskripsi tanaman caisim bahwa rata-rata tinggi tanaman caisim adalah 30 sampai 70 cm pada saat panen. Pada 21 HST, tajuk tanaman tertinggi ditunjukkan oleh tanaman yang diinokulasi mikroba konsorsia dan kompos kotoran sapi (m_1b_2) dan mikroba konsorsia dan kompos kotoran ayam (m_1b_1) yaitu 39 cm. Tajuk tanaman terendah adalah pada perlakuan tanpa

mikroba dan dengan kompos kotoran sapi (m_0b_2) yang mencapai 35 cm.

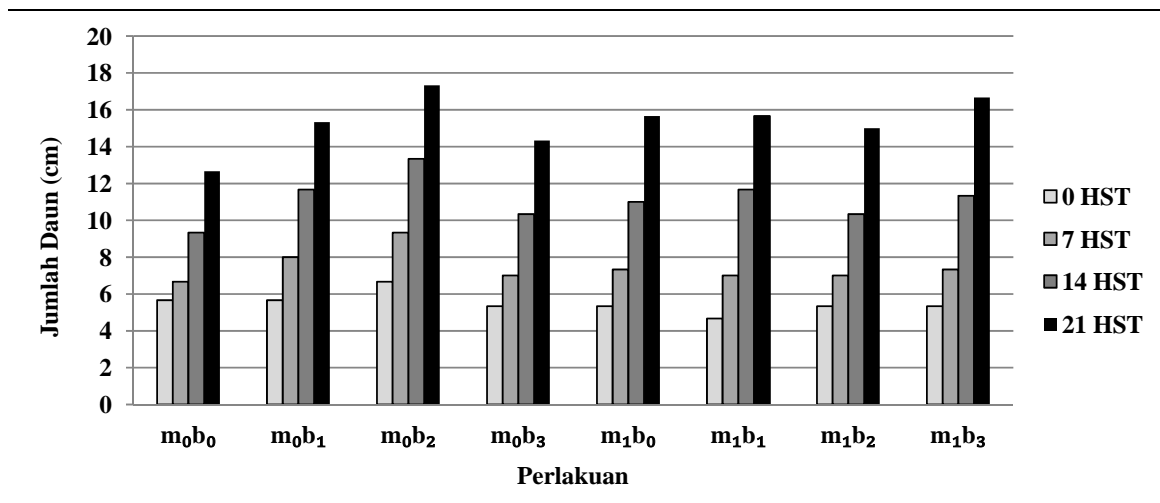
Jumlah Daun

Jumlah helai daun dihitung dari daun terbawah hingga daun teratas yang belum

membuka sempurna. Jumlah daun tanaman pada umur 0-7 HST relatif seragam di tiap perlakuan yaitu 5-7 helai. Pada 21 HST jumlah daun bertambah mencapai rata-rata 15 helai (Gambar 2.)



Gambar 1. Tinggi Tanaman Caisim setelah aplikasi Mikroba dan Kompos pada Berbagai Waktu Pengamatan. Keterangan: m_0 = Tanpa mikroba, m_1 = Mikroba konsorsia, b_0 = Tanpa kompos, b_1 = Kompos kotoran ayam, b_2 = Kompos kotoran sapi, b_3 = Kompos petroganik.



Gambar 2. Jumlah Daun Tanaman Caisim setelah aplikasi Mikroba dan Kompos pada Berbagai Waktu Pengamatan. Keterangan: m_0 = Tanpa mikroba, m_1 = Mikroba konsorsia, b_0 = Tanpa kompos, b_1 = Kompos kotoran ayam, b_2 = Kompos kotoran sapi, b_3 = Kompos petroganik.

Jumlah daun yang paling sedikit, 12 helai, terdapat pada tanaman tanpa mikroba konsorsia dan tanpa kompos sedangkan jumlah daun terbanyak, 18 helai, dihasilkan oleh tanaman tanpa mikroba dan dengan kompos kotoran sapi (m_0b_2). Secara umum jumlah daun adalah normal, sesuai dengan deskripsi tanaman caisim.

Populasi Bakteri di Rizosfer Caisim

Pengaruh mikroba konsorsia terhadap populasi bakteri ditentukan oleh jenis kompos. Tanpa kompos, tidak ada perbedaan

populasi bakteri di rizosfer tanaman dengan maupun tanpa mikroba, namun dengan pemberian kompos populasi bakteri meningkat kecuali pada perlakuan pupuk kotoran ayam (Tabel 1). Rendahnya jumlah bakteri pada tanah dengan perlakuan mikroba dan kompos kotoran ayam (m_1b_1) dimungkinkan mengingat pada umumnya peternak ayam menggunakan antibiotik, sehingga ada peluang residu antibiotik terbawa pada kotoran ayam dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan aktivitas degradasinya (Antonius, 2007).

Tabel 1. Interaksi antara Mikroba dengan Kompos terhadap Populasi Bakteri.

Mikroba (M)	Kompos (B)			
	Tanpa Kompos (b_0)	Kompos Kotoran Ayam (b_1)	Kompos Kotoran Sapi (b_2)	Kompos Petroganik (b_3)
	----- (10^9 CFU g^{-1}) -----			
Tanpa Mikroba (m_0)	1,40 a (a)	2,90 a (b)	2,06 a (ab)	0,93 a (a)
Dengan Mikroba (m_1)	1,86 a (a)	1,50 a (a)	4,13 b (b)	1,63 a (a)

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %. Huruf dalam kurung dibaca arah horizontal dan huruf tanpa kurung dibaca arah vertikal.

Populasi bakteri tertinggi diperoleh dari rizosfer caisim yang ditanam dengan inokulasi mikroba konsorsia dan kompos kotoran sapi (m_1b_2), yaitu 4,13 cfu g^{-1} . Setelah percobaan, kandungan insektisida organoklorin di dalam tanah dengan perlakuan mikroba konsorsia dan kompos kotoran sapi paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu Heptaklor 0,067 mg kg^{-1} , endosulfan 0,007 mg kg^{-1} , dieldrin 0,049 mg kg^{-1} dan DDT 0,093 mg kg^{-1} . Fakta ini menunjukkan bahwa kedua jenis mikroba dapat bertahan hidup dan mendegradasi senyawa organoklorin. Penambahan kotoran sapi meningkatkan daya

degradasi yang berkaitan langsung dengan peningkatan ketersediaan sumber karbon dan sumber energi untuk *Pseudomonas mallei* dan *Trichoderma* sp. yang heterotrof.

Populasi Jamur di Rizosfer Caisim

Baik inokulasi mikroba maupun aplikasi berbagai jenis kompos tidak berpengaruh terhadap populasi jamur pada rizosfer Caisim (Tabel 2) namun meskipun tidak nyata, inokulasi konsorsia mikroba sedikit menurunkan populasi jamur total di rizosfer Caisim.

Tabel 2. Pengaruh Mikroba dan Kompos Terhadap Populasi Jamur di Rizosfer

Perlakuan	Populasi Jamur (10^4 CFU g ⁻¹)
Mikroba (M)	
m ₀ = Tanpa mikroba	4,3a
m ₁ = Mikroba konsorsia (Bakteri + Jamur)	3,2a
Kompos (K)	
b ₀ = Tanpa kompos	4,1 a
b ₁ = Kompos kotoran ayam (33,3 g polibag ⁻¹)	3,7 a
b ₂ = Kompos kotoran sapi (33,3 g polibag ⁻¹)	3,7 a
b ₃ = Kompos petroganik (3,33 g polibag ⁻¹)	3,4 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Jamur merupakan mikroba heterotrof yang membutuhkan sumber karbon dan energi berupa bahan organik dari lingkungannya. Tidak ada efek kedua perlakuan terhadap populasi jamur disebabkan oleh perubahan struktur mikroba yang memicu kompetisi nutrisi, dan penurunan viabilitas dan kemampuan proliferasi jamur rizosfer di tanah dikontaminasi pestisida organoklorin. Namun pendapat yang terakhir perlu dibuktikan oleh penelitian lainnya karena pada penelitian ini tidak ada perlakuan kontrol berupa tanah tidak dikontaminasi. Pemberian kompos tidak mempengaruhi populasi jamur, juga dapat disebabkan karena pH tanah Andisol di akhir percobaan mencapai 6,4, semakin meningkat pH tanah

maka jumlah jamur di tanah semakin menurun (Lubis, 2010).

Bobot Basah Tajuk Tanaman Caisim

Tidak terjadi interaksi antara mikroba dan bahan organik terhadap hasil tanaman caisim, dan hanya perlakuan kompos yang berperan terhadap peningkatan bobot basah tajuk caisim. Percobaan ini dilakukan di rumah kaca dengan suhu rata-rata pada siang hari mencapai 43 °C sehingga tanah sering berada dalam keadaan relatif kering. Dengan demikian unsur hara yang difasilitasi mikroba untuk memacu pertumbuhan tanaman mungkin tidak dapat diserap optimal

Tabel 3. Pengaruh Mikroba dan Kompos terhadap Bobot Basah Tajuk Tanaman Caisim

Perlakuan	Bobot Basah Tajuk Caisim (g)
Mikroba (M)	
m ₀ = Tanpa mikroba	169,5 a
m ₁ = Mikroba konsorsia (Bakteri + Jamur)	169,0 a
Kompos (K)	
b ₀ = Tanpa kompos	155,9 ab
b ₁ = Kompos kotoran ayam (33,3 g polibag ⁻¹)	178,9 b
b ₂ = Kompos kotoran sapi (33,3 g polibag ⁻¹)	177,0 b
b ₃ = Kompos petroganik (3,33 g polibag ⁻¹)	165,2 ab

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Pseudomonas mallei dan *Trichoderma* sp. yang digunakan pada penelitian ini sebenarnya adalah masing-masing bakteri pelarut fosfat dan agen hayati pengendali penyakit tanaman. Tidak meningkatkan hasil tanaman setelah inokulasi kedua mikroba karena bakteri dan jamur tersebut telah diinduksi di dalam beberapa konsentrasi Heptaklor, dieldrin, endosulfan dan DDT sehingga kapasitasnya sebagai *biofertilizer* maupun *biooprotectant* dapat menurun. Bobot tajuk caisim tertinggi diperoleh dari tanaman yang diberi perlakuan kompos kotoran ayam (178,9 g) dan kompos kotoran sapi (177,0 g), namun secara statistik perbedaan ini tidak terlalu nyata jika dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya. Bobot segar per tanaman lebih rendah daripada yang seharusnya, 400 g menurut deskripsi caisim kultivar Toksakan yang dikeluarkan oleh PT. East West Seed (2006).

Ketiadaan efek kompos dan rendahnya bobot segar ini dapat disebabkan oleh adanya insektisida organoklorin dalam konsentrasi yang tinggi. Dugaan ini berkaitan dengan kemungkinan insektisida yang ditambahkan belum terdegradasi sampai di bawah konsentrasi yang tidak meracuni. Meskipun inokulasi dilakukan tetapi kondisi yang mendukung biodegradasi tidak optimal seperti yang dijelaskan Frazar (2000) mengenai , persistensi pestisida.

KESIMPULAN

Pengaruh konsorsia mikroba terhadap populasi bakteri total tanah ditentukan oleh jenis kompos. Aplikasi kompos kotoran sapi disertai mikroba konsorsia lebih meningkatkan populasi bakteri total tanah di rizosfer caisim. Pemberian kombinasi mikroba konsorsia (bakteri dan jamur) dan kompos kotoran sapi memberikan populasi bakteri rizosfer terbaik yaitu $4,13 \times 10^9$ cfu g⁻¹ dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Baik aplikasi mikroba konsorsia maupun kompos tidak mempengaruhi populasi jamur total di

rizosfer caisim. Aplikasi kompos kotoran ayam dan kotoran sapi menghasilkan bobot basah tajuk sebesar masing-masing 178,9 g dan 177,0 g, tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kompos lainnya. Pada percobaan ini populasi bakteri total di rizosfer mencapai 10^9 cfu g⁻¹ dan populasi jamur mencapai 10^4 cfu g⁻¹ yang menunjukkan bahwa populasi kedua mikroba utama tanah masih berada dalam kisaran normal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Badan Litbang Kementerian Pertanian bekerjasama dengan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, khususnya laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah. Kami berterimakasih kepada staf kedua Institusi yang berperan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- East West Seed Indonesia. 2006. Deskripsi Beberapa Varietas Caisim. PT. East West Seed Indonesia. Purwakarta
- Frazar, C . 2000. The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide-Contaminated Sites. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Kamanavalli, C.M. and H.Z. Ninnekar. 2000. Biodegradation of DDT by a *Pseudomonas* Species, *Current Microbiology*, 48(1):10-13.
- Katayama, A. and F. Matsumura. 2009. Degradation of organochlorine pesticides, particularly endosulfan by *Trichoderma harzianum*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12(6):1059-1065.

- Lubis, S. 2008. Dinamika Populasi Jamur pada Tanah Ultisol Akibat Pemberian Berbagai Bahan Organik Limbah Perkebunan. Skripsi Jurusan Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mwangi, K., Boga., H.I., Muigai, A. W., Kiiyukia, C and M.K. Tsanuo. 2010. Degradation of dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT) by bacterial isolates from cultivated and uncultivated soil. *African Journal of Microbiology Research*, 4(3):185-196.
- Munarso, S.J., Miskiyah, dan W. Broto 2006. Studi kandungan residu pestisida pada kubis, tomat, dan wortel di Malang dan Cianjur. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 2: 27-32
- Poteria, C. 2007. Agriculture: Pesticides Disrupt Nitrogen Fixation. *Environ Health Perspect.* 2007 December; 115(12): A579.PMCID: PMC2137115, Environews.
- Sonkong, K., Prasertsan, P and V. Sobhon. Screening and identification of *p,p'*-DDT degrading soil isolates. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 30 (Suppl.1), 103-110, 2008
- Zhou R., L. Zhu, K. Yang, and Y. Chen . 2006. Distribution of Organochlorine Pesticides in Surface Water and Sediments from Qiantang River, East China. *Journal of Hazardous Materials*, 68-75.